

APLIKASI PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI DALAM PENENTUAN TIPOLOGI KAWASAN RAWAN BENCANA GEMPA BUMI BERDASARKAN INFORMASI GEOLOGI DAERAH SESAR AKTIF OPAK

Maria Ayu Rosita Dewi, Taufik Hery Purwanto
mariaayurosita@yahoo.com,
Taufik_hp@yahoo.com

ABSTRACT

Landsat 8 imagery and SRTM used for the extraction of parameters such as rock type, the distance to the geological structures (faults), and the effects of damage to the mapping distance of the epicenter in the typology of the earthquake-prone areas around the Peel Fault. This study aims to determine the accuracy of Landsat 8 related to the extraction of parameters, knowing the typology of vulnerability of the earthquake, and the seismic vulnerability analysis. Typology determination based on the Regulation of the Minister of Public Works No. 27 in 2007, with some modifications. Visual interpretation made for parameter extraction of incorporation 8 Landsat imagery and SRTM imagery Hillshade results. Unstable regions are far from the fault zone, located in the west - northwest and east. Less stable areas are located near the fault zone but far from the epicenter. Unstable areas in the region of soft rock, located close to the fault zone and the epicenter. The level of accuracy of the results of the mapping that is a parameter of 94.77% rock types and geological structures (faults) by 90%.

Keyword : *Earthquake vulnerability typology, opak fult.*

ABSTRAK

Citra Landsat 8 dan SRTM dimanfaatkan untuk ekstraksi parameter berupa jenis batuan, jarak terhadap struktur geologi (sesar), dan pengaruh kerusakan terhadap jarak pusat gempa dalam pemetaan tipologi kawasan rawan bencana gempa bumi sekitar Sesar Opak. Penelitian ini bertujuan mengetahui akurasi Landsat 8 terkait ekstraksi parameter, mengetahui tipologi kerawanan gempa, dan analisis kerawanan gempa. Penentuan tipologi berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 tahun 2007, dengan beberapa modifikasi. Interpretasi visual dilakukan untuk ekstraksi parameter dari penggabungan citra landsat 8 dan citra srtm hasil hillshade. Daerah tidak stabil berada jauh dari zona sesar, terletak di bagian barat – barat laut dan timur. Daerah kurang stabil yang terletak dekat dengan zona sesar tetapi jauh dari pusat gempa bumi. Daerah yang tidak stabil berada pada daerah batuan lunak, terletak dekat dengan zona sesar dan pusat gempa. Tingkat akurasi hasil pemetaan yaitu parameter jenis batuan sebesar 94,77% dan struktur geologi (sesar) sebesar 90%.

Kata Kunci : *Tipologi kerawanan gempa bumi, patahan opak.*

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki potensi besar terjadi bencana gempa bumi karena terletak diantara tiga lempeng besar litosfer yaitu lempeng Pasifik, Eurasia, dan Indo-Australia. Tumbukan lempeng tersebut dapat menyebabkan terbentuknya gunung api dan sesar/patahan. Pertemuan ketiga lempeng tersebut disebut sebagai zona subdaksi.

Gempa bumi dengan kekuatan sebesar 5.9 SR (menurut BMG) atau 6.2 SR (USGS) mengguncang Provinsi Yogyakarta dan sekitarnya pada 27 Mei 2006. yang menimbulkan kerusakan parah terutama di Kabupaten Bantul. Gempa tersebut berasal dari sesar minor yang terletak di sekitar sesar aktif opak. Untuk mengurangi resiko yang ditimbulkan oleh bencana gempa bumi maka dilakukan kegiatan mitigasi bencana, salah satunya berupa pembuatan peta tipologi kerawanan gempa bumi.

Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi dapat digunakan dalam penentuan kerawanan gempa bumi. Citra Landsat 8 dan citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) digunakan dalam mengekstraksi parameter kerawanan gempa bumi berupa jenis batuan (litologi), sesar/patahan, kemiringan lereng, sedangkan jarak terhadap pusat gempa di dapatkan dari data gempa bumi dari instansi terkait (BMG dan USGS). Pedoman pemetaan tipologi kerawanan gempa bumi, didasarkan pada Peraturan

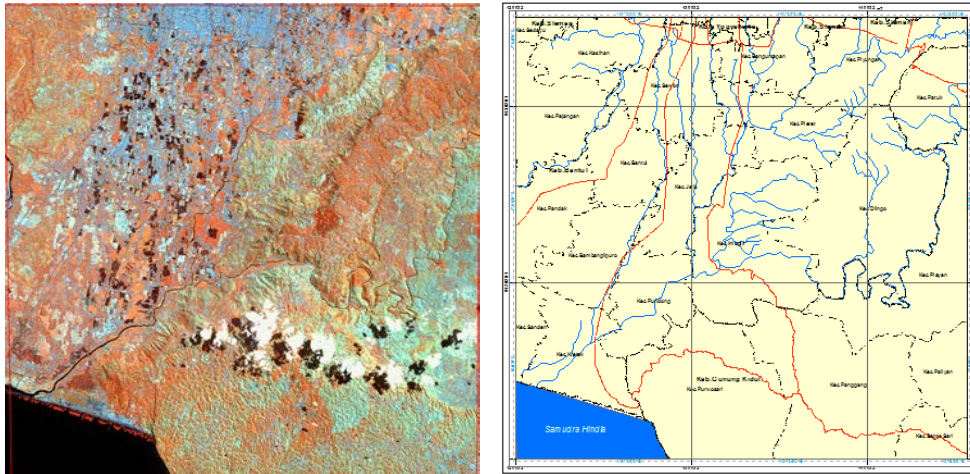
Menteri Pekerjaan Umum No. 21 Tahun 2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Api dan Gempa Bumi dengan beberapa modifikasi.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pemetaan tipologi kawasan rawan gempa bumi adalah menumpangsusunkan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kerawanan gempa dengan menggunakan SIG. Data primer yang digunakan antara lain Citra Landsat 8 dan Citra SRTM daerah Yogyakarta (Gambar 1).

Alat dan bahan yang digunakan antara lain peta RBI digital skala 1 : 25.000, Citra Landsat 8 path : 120 row : 60, Citra SRTM, data kegempaan berupa titik lokasi gempa bumi, Peta geologi lembar Yogyakarta skala 1 : 100.000, peta kerusakan bangunan, dan peta gejala alam pasca bencana sebagai data validasi hasil kerawanan, seperangkat komputer, kompas geologi, abney level, komparator batuan, *Software* ARCGIS dan ENVI untuk pengolahan citra.

Parameter yang digunakan merupakan informasi geologi yang meliputi jenis batuan, struktur geologi berupa pengaruh kerusakan terhadap jarak patahan,, dan kegempaan berupa pengaruh gempa bumi terhadap jarak pusat gempa. Parameter tersebut diperoleh dari data primer maupun data sekunder, serta data hasil kegiatan lapangan.



Gambar 1. Daerah Penelitian sekitar Sesar Opak Yogyakarta

Pengolahan citra digital pada citra Landsat 8 dimaksudkan untuk memperbaiki kualitas citra sehingga memudahkan dalam proses interpretasi visual parameter kerawanan gempa bumi. Pengolahan citra digital tersebut antara lain :

1. Koreksi Geometri

Koreksi Geometri dilakukan karena kesalahan yang terjadi pada proses perekaman citra seringkali dapat mengakibatkan pergeseran posisi piksel, metode yang digunakan adalah dengan membandingkan posisi objek yang terdapat pada citra dengan objek pada peta RBI skala 1 : 25.000.

2. Penyusunan Citra Komposit

Beberapa saluran yang terdapat pada citra Landsat 8 dapat dikombinasikan sehingga membentuk citra baru yang menampilkan gambaran objek dipermukaan bumi dengan lebih baik sehingga mempermudah dalam identifikasi struktur geologi seperti patahan, dan batuan. Penggunaan citra komposit 567 dapat digunakan

untuk menonjolkan karakteristik medan. Saluran 5 merupakan saluran inframerah dekat yang peka terhadap kondisi biomasa dari objek-objek dipermukaan bumi. Saluran 6 merupakan saluran Inframerah tengah 1 yang peka terhadap variasi kandungan air, vegetasi, serta kelembaban tanah. Saluran 7 merupakan saluran inframerah tengah 2 yang peka terhadap kelembaban tanah dan mineral, seperti lempung, sehingga dapat digunakan untuk membedakan jenis batuan dan mineral.

3. Pemfilteran Spasial

Filter spasial bertujuan untuk mempertajam kenampakan citra sehingga didapatkan citra dengan kualitas yang lebih baik yang dapat mempermudah dalam interpretasi. Hasil pemfilteran spasial dengan menggunakan filter *Laplacian* menunjukkan kelurusan yang lebih jelas dan lebih menonjolkan batas antar objek seperti sesar/patahan, alur

sungai dan garis pantai dengan batas yang tegas. Kekurangan dari penggunaan filter ini adalah dapat mengurangi kemampuan citra komposit 567 dalam menonjolkan warna/rona objek.

4. Penggabungan Citra Landsat 8 dan Citra SRTM.

Penggabungan citra tersebut dilakukan hanya dengan menumpang susunkan kedua citra. Tujuan dari penggabungan citra ini adalah untuk menonjolkan kenampakan relief di permukaan bumi. Hal ini sangat penting karena proses yang terjadi di permukaan bumi serta bentukan – bentukan alam di permukaan bumi dipengaruhi oleh morfologi, seperti tingkat erosi, tingkat resistensi, dan jenis batuan, selain itu morfologi juga mencirikan batuan (litologi) yang terdapat di suatu wilayah.

Identifikasi parameter kerawanan gempa bumi berupa jenis batuan (litologi), dan struktur geologi berupa sesar dilakukan dengan metode interpretasi visual pada penggabungan citra Landsat 8 komposit 567 dan citra SRTM. Jarak terhadap sesar didapatkan dengan melakukan buffer pada sesar yang telah diidentifikasi. Parameter berupa kemiringan lereng didapatkan dari pengolahan Citra SRTM dengan menggunakan fungsi Slope pada *Software* ARCGIS 10.1. Parameter kegempaan berupa jarak terhadap pusat gempa (*epicentrum*) didapatkan dengan

melakukan buffer pada data gempa yang didapat dari BMKG dan USGS.

Penentuan tipologi kerawanan gempa bumi didasarkan pada analisis multikriteria dengan menggunakan data parameter penentu tingkat kerawanan. Analisis yang digunakan adalah pembobotan kuantitatif berjenjang tertimbang. Setiap parameter memiliki nilai harkat dan bobot yang bergantung pada besarnya kontribusi (Tabel 4.1).

Tabel 1. Nilai pembobotan variabel kerawan gempa

	Variabel	Bobot
1.	Geologi (Sifat Fisik dan Keterikatan Batuan)	5
3.	Kegempaan	3
4.	Struktur Geologi (patahan/sesar)	4

Sumber : Peraturan Menteri PU No. 21 Tahun 2007 dengan modifikasi

Nilai 1 memberikan arti tingkat kepentingan informasi geologi tersebut adalah informasi yang paling diperlukan untuk mengetahui zonasi bencana alam, nilai dan nilai 5 memberikan tingkat kepentingan informasi geologi yang sangat tinggi artinya informasi tersebut sangat penting dalam penentuan kerawanan gempa. Gambar 2 merupakan diagram alir penelitian.

Modifikasi nilai bobot tersebut dilakukan karena jenis batuan dan zona sesar memiliki pengaruh besar terhadap kerawanan gempa dibandingkan dengan jarak pengaruh pusat gempa. Batuan.

merupakan negara beriklim tropis basah sehingga tingkat tutupan vegetasi yang tinggi, erosi, serta pelapukan batuan menyebabkan sulitnya ditemui bidang pensesaran.

Jarak terhadap terhadap pusat gempa diukur dari kedua lokasi gempa yang dicatat oleh BMKG dan USGS sejauh 10 km, 20 km, 30 km, dan lebih dari 30 km dari pusat gempa. Menurut versi BMKG, daerah yang sangat dekat (<10 km) dengan pusat gempa meliputi pantai selatan bantul dan gunungkidul, Kecamatan Purwosari, Panggang, Paliyan dan Saptosari, serta bagian selatan Kecamatan Playen dan Imogiri. Daerah yang dekat dengan pusat gempa menurut USGS meliputi Kecamatan Dlingo, Imogiri, Playen, Paliyan, Panggang, Saptosari, Purwosari, dan bagian selatan Kecamatan Pleret, serta bagian timur Kecamatan Pundong dan Jetis Lokasi pusat gempa BMKG berada di sebelah selatan pusat gempa yang dicatat USGS. Perbedaan pencatatan data gempa bumi tersebut dikarenakan perbedaan metode pengukuran yang digunakan oleh kedua instansi.

Tipologi Kerawanan Gempa Bumi

Wilayah dibagi kedalam tiga klas yaitu wilayah stabil, kurang stabil, dan tidak stabil. Setiap klas kestabilan wilayah memiliki sub-klas tipologi yang masing-masing memiliki karakteristik wilayah yang berbeda. Tipologi A,B, dan C termasuk kedalam wilayah yang kurang stabil, sementara tipologi D,E, dan F termasuk kedalam wilayah yang

tidak stabil. Perbandingan sebaran tipologi kerawanan gempa berdasarkan pada daerah administrasi pada tingkat kecamatan menurut BMKG dan USGS disajikan pada Tabel 4.7, tabel tersebut didapatkan dari menumpangsusunkan peta tipologi kerawanan gempa dengan peta administrasi dengan menggunakan analisis Intersect pada *software* ArcGIS, sehingga dapat diketahui sebaran tipologi kerawanan pada tingkat kecamatan. Tabel 2 menunjukkan persebaran tipologi kerawanan gempa di sekitar Sesar Opak.

Penentuan tipologi dengan menggunakan data kegempaan menurut USGS dan BMKG menghasilkan perbedaan klasifikasi tipologi di beberapa daerah, perbedaan yang terlihat jelas adalah pada luasan dan sebaran tipologi. Pada tipologi kerawanan gempa menurut BMKG, daerah di utara, barat, timur laut, dan di bagian tengah daerah kajian lebih banyak daerah termasuk dalam klas stabil hingga kurang stabil dengan luasan sebesar 557.92 Km², sedangkan daerah yang stabil menurut USGS hanya sebesar 541.69 Km². Tipologi gempa menurut keduanya tidak memiliki perbedaan yang signifikan, hal tersebut dikarenakan jarak kedua pusat gempa yang tidak terlalu berjauhan, selain itu jarak pusat gempa bukan faktor yang memiliki kontribusi besar dalam kerawanan gempa bumi. Titik pusat gempa BMKG yang berada pada jarak 7.85 km di selatan titik pusat gempa USGS, menyebabkan bagian tengah daerah kajian termasuk daerah stabil),

sedangkan menurut USGS daerah tersebut termasuk kedalam wilayah yang kurang stabil karena dekat dengan pusat gempa.

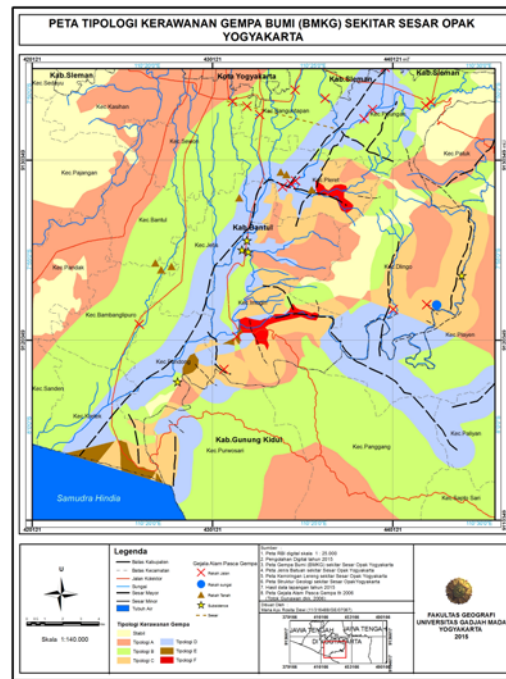
Tabel 2. Persebaran tipologi kerawanan gempa berdasarkan data kegempaan USGS dan BMG .

Kestabilan Wilayah	Tipologi	Persebaran (Kecamatan)	
		USGS	BMG
Stabil		Pajangan, Sedayu, sebagian Pandak, Patuk, Purwosari, dan Saptosari.	Pandak, Pajangan, Kasihan, Sedayu, Patuk, sebagian, Kota Yogyakarta, Sewon, Bantul, Dlingo, Panggang.
Kurang Stabil	A	Kota Yogyakarta, Pandak, sewon, bantul, sebagian Pajangan, Kasihan, Dlingo, Imogiri, Purwosari, Panggang, dan Paliyan.	Banguntapan, Playen, sebagian sewon, Kota Yogyakarta, Bambanglipuro, Piyungan, Imogiri, dan Panggang.
	B	Banguntapan, Kota Yogyakarta, Sewon, Bantul, Bambanglipuro, Sanden, Kretek, Purwosari, Panggang, Saptosari, Playen, sebagian Imogiri, Piyungan, Jetis, Pundong, Imogiri, dan Dlingo.	Sanden, Kretek, Bambanglipuro, Bantul, Purwosari, Panggang, Saptosari, sebagian Pundong, Jetis, Imogiri, Sewon, Piyungan, Dlingo dan Playen.
	C	Piyungan, Imogiri, sebagian Pleret, Dlingo, Playen, Paliyan, Purwosari, Pundong, Dlingo.	Pleret, Dlingo, Imogiri, Playen, sebagian Purwosari, Paliyan, Banguntapan.
Tidak Stabil	D	(Sepanjang sesar) Piyungan, Pleret, Pundong, Kretek, Dlingo, Playen, Imogiri, sebagian Panggang, Jetis, dan Banguntapan.	(Sepanjang Sesar) Pleret, Pundong, sebagian Playen, Dlingo, Panggang, Purwosari, Imogiri, Kretek, Jetis,
	E	Imogiri, Pundong, dan Jetis	Imogiri, Pundong, dan Kretek
	F	Pleret dan Imogiri	Pleret dan Imogiri

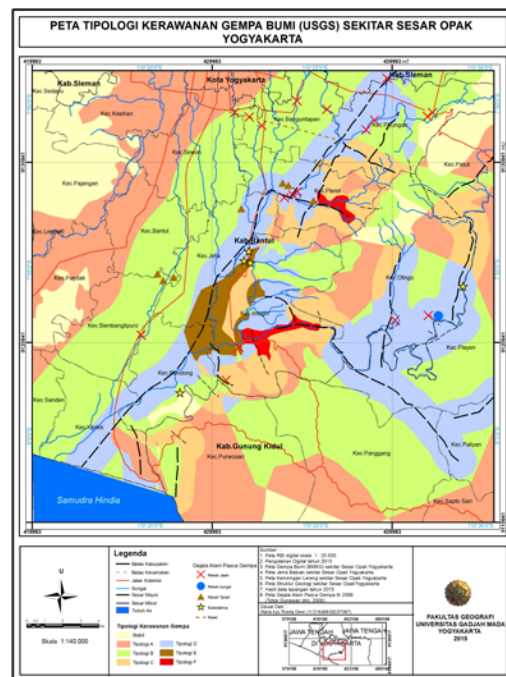
Sumber : Pengolahan Digital, 2015

Dilihat dari faktor kegempaan, yang merujuk pada jarak terhadap pusat gempa, lokasi pusat gempa menurut USGS yang terletak dekat dengan Kecamatan Imogiri dan Pleret menjadikan dua kecamatan ini mendapat pengaruh yang besar dari gelombang gempa, kedua kecamatan tersebut termasuk kedalam tipologi F.

Gambar 3 Peta Tipologi Kerawanan Gempa Bumi berdasarkan BMKG



Gambar 4 Peta Tipologi Kerawanan Gempa Bumi berdasarkan USGS



Pemetaan tipologi kerawanan gempa bumi dilakukan pada skala 1 : 140.000. Pada proses pemetaan tersebut dilakukan proses penyederhanaan dan pemilihan elemen-elemen pada peta, dalam hal ini proses yang dipilih adalah *eliminate (generalisasi)*, proses tersebut dilakukan karena banyaknya polygon-polygon kecil yang dapat mengurangi kejelasan informasi klas tipologi.

Analisis Kerawanan Gempa

Berdasarkan peta tipologi kerawanan gempa bumi yang dihasilkan, Kabupaten Bantul bagian timur di sekitar Sesar Opak merupakan wilayah yang paling rawan terhadap bencana gempa bumi, batuan berupa endapan gunung api muda, dan endapan aluvial, serta batuan sedimen yang dominan dipengaruhi proses sedimentasi dan pelapukan menyebabkan solum tanah tebal dengan material yang lepas-lepas pada relief datar-landai.

Kabupaten Gunung Kidul merupakan daerah yang rawan terjadi bencana sekunder seperti longsor yang disebabkan oleh gelombang gempa bumi. Batuan penyusun utama berupa batu gamping, yang merupakan batuan masif yang dapat meredam gelombang getaran gempa bumi. oleh karena itu walaupun pusat gempa bumi menurut BMG terletak di kabupaten ini dan getaran gempa terasa hingga di permukaan, tetapi Kabupaten Gunung Kidul tidak terlalu mendapat dampak yang besar.

Informasi mengenai daerah rawan gempa dapat digunakan sebagai pedoman pengambilan keputusan terkait upaya pencegahan dini untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan dari bencana primer gempa bumi dan bencana sekunder berupa gerakan tanah dan batuan (mitigasi bencana), seperti penataan ruang yang sesuai dengan tingkat kerawanan gempa, dan pembangunan infrastruktur yang tahan terhadap guncangan gempa.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penggabungan citra Landsat 8 komposit 567 hasil pemfilteran *Laplacian* dengan citra *Hillshade* (turunan DEM) dapat menyajikan informasi geologi berupa batuan dan struktur geologi dengan sangat baik, hal tersebut ditunjukkan dengan nilai akurasi struktur geologi sebesar 90%, dan nilai akurasi batuan sebesar 94.77%.
2. Peta tipologi kerawanan gempa menunjukkan secara keseluruhan hampir di seluruh Kabupaten Bantul berada pada daerah yang memiliki kerawanan akibat bencana gempa bumi dengan tipologi A,B,C,D,E, dan F. Morfologi yang datar, batuan yang lunak dengan material lepas-lepas, keberadaan sesar/patahan di sekitar Sesar Opak, dan pusat gempa yang tidak terlalu jauh menyebabkan daerah ini kurang kuat dalam menahan gertaran yang disebabkan gelombang gempa bumi, sedangkan

daerah dengan Tipologi E dan F rentan terhadap bencana primer maupun bencana sekunder berupa tanah longsor. Kabupaten Gunungkidul terusun dari batuan masif yang dapat meredam getaran gelombang gempa sehingga kerawanan tinggi hanya terdapat disekitar bidang sesar.

3. Keberadaan sesar dan batuan yang lunak berkontribusi besar dalam kerawanan gempa bumi. Daerah dengan morfologi datar, dengan batuan lunak dan material lepas-lepas lebih tidak stabil dalam menghadapi getaran gelombang gempa, sehingga dapat menimbulkan kerusakan yang parah dibandingkan dengan daerah perbukitan structural yang disusun oleh batuan masif dan keras.

Saran

1. Diperlukan analisis yang lebih mendalam untuk mengetahui keberadaan sesar yang tertimbun endapan aluvial di daerah datar dari gejala-gejala yang ada di permukaan bumi.
2. Perlu adanya parameter-parameter lain yang dapat semakin menguatkan analisis kerawanan gempa bumi, seperti faktor sosial.
3. Pemetaan tipologi kerawanan gempa bumi dapat memberikan informasi kerawanan secara detil beserta karakteristik geologi daerah, sehingga diperlukan adanya kegiatan mitigasi bencana yang memanfaatkan informasi tersebut untuk

meminimalkan dampak yang ditimbulkan akibat bencana gempa bumi.

DAFTAR ISI

- Danoedoro, Projo. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Andi. Yogyakarta.
- Malik, Yakub. 2009. *Penentuan Tipologi Kawasan rawan Gempabumi untuk Mitigasi Bencana di Kecamatan Pangelangan Kabupaten Bandung*. Makalah. Bandung.
- PSBA. 2009. *Penaksiran Multirisiko Bencana di Wilayah Kepesisiran Parangtritis*. Pusat Studi Bencana Alam (PSBA) UGM. Yogyakarta.
- Soetoto. 2013. *Geologi Dasar*. Penerbit Ombak. Yogyakarta.
- Somantri, Lili. 2008. *Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh untuk Mengidentifikasi Patahan Lembang*. Makalah. Bandung.